



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 198 45 116 C 1

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 F 23/284**  
G 01 F 25/00  
G 01 S 15/88

②1 Aktenzeichen: 198 45 116.4-52  
②2 Anmeldetag: 30. 9. 98  
④3 Offenlegungstag: -  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 30. 12. 99

DE 198 45 116 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

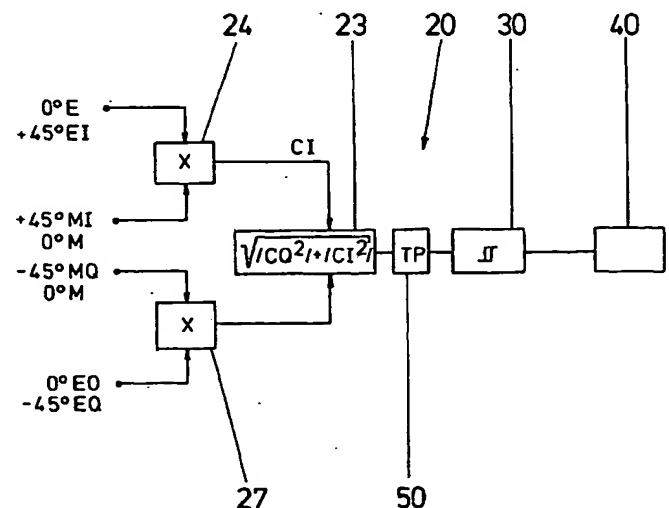
⑦2 Erfinder:  
Heide, Patric, Dr.-Ing., 85579 Neubiberg, DE;  
Kerssenbrock, Thomas v., Dipl.-Ing., 81669  
München, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 42 40 491 C2  
DE 42 23 346 C2  
DE 44 31 886 A1  
DE 42 34 300 A1  
DE 42 33 677 A1  
EP 03 40 953 B1

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Füllstandmessung

⑤7 Das Verfahren und die Vorrichtung sieht vor, ein von einer Füllgutoberfläche reflektiertes Radarsignal (E) mit einem Modellsignal (M), das eine vorgegebene Füllstandhöhe eines Behälters repräsentiert, zu korrelieren und bei ausreichender Übereinstimmung ein Schaltsignal auszulösen. Erfindungsgemäß wird eine komplexwertige Korrelation von Modellsignal (M) und empfangenen Radarsignal (E) zugeführt, um von der Phase des empfangenen Radarsignals (E) unabhängig zu sein.



DE 198 45 116 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Füllstandmessung sowie eine Vorrichtung zur Füllstandmessung.

Bei der Überwachung industrieller Prozesse ist die Detektion unerlässlich, wann in einem Tank ein bestimmter Grenzstand über- bzw. unterschritten wird. Hierfür werden sogenannte Grenzstandschalter eingesetzt. Bekannt sind zur Grenzstandserfassung berührende Verfahren, zum Beispiel Schwimmer oder kapazitive Sonden. Berührungslose Verfahren mit Lichtschranken sind ebenso möglich. Allerdings benötigen diese zwei Messstellen. Darüber hinaus sind mittlerweile Füllstandgrenzschalter nach dem Radarprinzip bekannt, bei denen eine Sendeeinrichtung Radarpulse in Richtung Füllgutoberfläche eines Füllgutes innerhalb eines Behälters strahlt. Eine Empfangseinrichtung erfasst die von der Füllgutoberfläche reflektierten Radarsignale und bestimmt aus der Laufzeitdifferenz die augenblickliche Höhe der Füllgutoberfläche. Ein Beispiel für ein solches Messverfahren ist in DE 42 34 300 A1 beschrieben. Im Tankdach wird ein Radarsensor angebracht, der ein modulierte Radar-Signal aussendet. Das von dem Füllgut reflektierte Radarsignal wird schließlich im Radarempfänger demoduliert. Der Sensor liefert ein niederfrequentes Sensormesssignal, das meldet, ob der vorgegebene Grenzstand, der zu überwachen ist, erreicht ist oder nicht.

Problematisch bei diesen Messverfahren, bei welchen die Laufzeit von elektromagnetischen Wellen im Zentimeter- und Dezimeterbereich bestimmt werden, ist die eindeutige Erkennung des Nutzecho-Signals im reflektierten Radarsignal. Die Erkennung dieser Nutzecho-Signale ist schwierig, wenn diese durch Störecho-Signale überlagert sind. Solche Störecho-Signale treten insbesondere auf, wenn mit den genannten Verfahren der Füllstand von fließ- oder schüttfähigen Medien in Behältern ermittelt werden soll. Behälterebenen, der beim Befüllen sich bildende Schüttgutkegel sowie Füllgutanhaftungen an der Behälterwandung und/oder am Sender bzw. Empfänger führen zu Störungen des Echoimpulses, so dass die Laufzeit zwischen Sende- und Echoimpuls nicht mehr genau und sicher ermittelt werden kann.

Um eine sichere Detektion der empfangenen Radarsignale und des darin enthaltenen Nutzechos auszuwerten, ist in EP 340953 B1 ein Entfernungsmessverfahren beschrieben, bei welchem ein Modellsignal, das einer vorgegebenen Füllstandhöhe, deren Erreichen oder Unterschreiten zu detektieren ist, ein Soll-Signal bzw. Modellsignal zugeordnet wird. Dieses Modellsignal kann durch eine vorhergehende Testmessung beispielsweise ermittelt werden. Dieses in einem Speicher abgelegte Soll- bzw. Modellsignal wird im Messbetrieb mit dem empfangenen Radarsignal verglichen und korreliert. Stimmen das abgespeicherte Soll- bzw. Modellsignal und das empfangene Radarsignal weitgehend überein, ist dies ein Zeichen, dass die zu detektierende Füllstandhöhe erreicht ist.

Aus DE 42 23 346 C2 ist darüber hinaus ein ähnliches Verfahren zur berührungslosen Füllstandmessung bekannt. Allerdings wird mit Hilfe von Parallel-Datenverarbeitungstechniken und eines assoziativen Vergleichs des empfangenen Radarsignals mit vorher erlernten und im neuronalen Netzwerk abgespeicherten Signalmustern eine noch bessere Auswertung des empfangenen Radarsignals ermöglicht.

Aus DE 44 31 886 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Pegelmessung unter Verwendung von Mikrowellensignalen bekannt, bei dem ein frequenzgestuftes Mikrowellensignal über eine Antenne weitergeleitet wird und nach Reflexion an einer Füllgutoberfläche wieder empfangen und mit dem frequenzgestuften Mikrowellensignal ge-

mischt und weiterverarbeitet wird.

Die Antenne kann ein kurzes vertikales Profil aufweisen und außerhalb einer inneren Tankatmosphäre angebracht sein.

In DE 42 33 677 A1 wird ein Verfahren zum Korrelationsempfang von vorbekannten periodisch ausgesendeten Impulsen offenbart, bei der an Stelle einer Multiplizier- bzw. Mischeinrichtung mit nur einem Multiplizierer dieser Einrichtung ein identischer Multiplizierer nachgeschaltet ist. Dadurch soll eine ungewollte Übersteuerung bei starken Empfangsimpulsen vermieden und damit die Dynamik des Korrelationsempfangs verbessert werden.

Schließlich ist aus DE 42 40 491 C2 ein Verfahren zur Füllstandmessung bekannt, bei dem das Soll- bzw. Modellsignal nicht über vor den eigentlichen Messvorgängen durchgeführten Testmessungen generiert wird, sondern über intern in der Empfangseinrichtung vorgesehene Verzögerungsschaltungen. Sämtlichen oben genannten Verfahren ist gemeinsam, dass das Korrelationsergebnis über eine Schwellwertdetektion bewertet wird. Liegt das Korrelationsprodukt zwischen empfangenem Radarsignal und Modellsignal über einem vorgegebenen Spannungswert (Schwelle), dann meldet der Grenzschalter dies durch Schließen oder Öffnen eines Relaiskontakts. Vorteil bei der Verwendung einer Korrelation gegenüber anderen Auswertungsverfahren ist, dass keine besonderen Anforderungen an die Modulation des Radarsignals, wie zum Beispiel an die Linearität, gestellt werden müssen.

Das grundlegende Prinzip der vorgenannten Radarverfahren zur Füllstandmessung besteht zusammenfassend darin, dass das Radarsignal auf eine Radar-Messstrecke geschickt wird und dort eine Verzögerung erfährt. Zeitgleich wird das ausgesandte Radarsignal auch in einer Modellstrecke, die zum Beispiel durch eine Verzögerungsleitung gebildet sein kann, verzögert. Die Verzögerung der internen Modellstrecke entspricht der Laufzeit des Radarsignals, wenn gerade der zu detektierende Grenzstand, also zum Beispiel die vorgegebene Füllstandhöhe, auftritt. Das empfangene Radarsignal, welches aufgrund der Laufzeit des Nutzecho-Anteils die Füllstandhöhe repräsentiert, und das Modellsignal werden miteinander korreliert. Stimmen die Laufzeit im Modellsignal und die Laufzeit des Nutzecho-Anteils im empfangenen Radarsignal überein, so enthält das Korrelationsergebnis einen maximalen Wert. Dieser Zustand kann mit einem Schwellwertdetektor erkannt werden, der entsprechend dem Korrelationsergebnis eine Schalteinrichtung, zum Beispiel einen Relaiskontakt, öffnet bzw. schließt.

Problematisch bei den oben beschriebenen, bekannten Verfahren zur Füllstandmessung ist die Tatsache, dass bei den bisher durchgeführten Korrelationen die Phase des empfangenen Radarsignals das Messergebnis verfälschen kann.

Hier setzt die vorliegende Erfindung an.

Die Erfindung hat das Ziel, die bisher bekannten Verfahren zur Füllstandmessung, bei welchem das empfangene Radarsignal mit einem Modellsignal korreliert wird, so zu verbessern, dass die Phase des empfangenen Radarsignals keinen Einfluss mehr auf das Messergebnis hat. Neben einem Verfahren soll auch eine hierfür geeignete Vorrichtung angegeben werden.

Dieses Ziel wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung beruht also im Wesentlichen darauf, eine komplexwertige Korrelation zwischen empfangenen Radarsignal und Modellsignal durchzuführen. Die komplexwertige Korrelation hat gegenüber einer reellwertigen Korrela-

tion generell den Vorteil, dass die Korrelationsspannung nicht von der Phase des empfangenen Radarsignals abhängig ist.

In einer Ausführungsform der Erfindung wird das Modellsignal in einem Signalpfad mit einem aus dem empfangenen Radarsignal abgeleiteten Inphase-Signal und im anderen Signalpfad mit einem aus dem empfangenen Radarsignal abgeleiteten Quadraturphase-Signal multipliziert und anschließend die Wurzel aus den beiden Betragsquadraten gebildet. Zweckmäßigerweise wird das sich hierbei einstellende Resultat tiefpaßgefiltert.

Es sind mittlerweile NF-Bausteine bekannt, die eine komplexwertige Korrelation ausführen. Diese Bausteine sind kommerziell verfügbar, so dass hier nicht näher darauf eingegangen zu werden braucht.

Alternativ hierzu kann auch das empfangene Radarsignal reellwertig verwendet werden, wenn dagegen das Modellsignal komplexwertig bereitgestellt wird.

Grundsätzlich ist es möglich, das Modellsignal durch eine interne Modellstrecke mittels Verzögerungsleitungen nachzubilden. Es ist auch möglich, das Modellsignal durch vorherige Testmessung bei dem gewünschten Tankgrenzstand einzulernen.

Das Modellsignal kann zum Beispiel in einem digitalen Speicherbaustein (EPROM, EEPROM) abgelegt werden. Bei der späteren Grenzstanddetektion wird das Modellsignal bei jeder Radarmessung zeitgleich aus dem Speicher ausgelesen, analogdigital-gewandelt und schließlich das Modellsignal und das empfangene Radarsignal miteinander korreliert.

In einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass der zu überwachende Grenzstand elektronisch einstellbar ist. Dies kann zum Beispiel bei einem durch Testmessungen erhaltenen, eingelernten Modellsignal dadurch geschehen, dass der Speicherbaustein mit unterschiedlicher Taktrate ausgelesen wird. Es besteht dabei ein direkter proportionaler Zusammenhang zwischen dem anvisierten Grenzstand und der Taktrate. Bei Verwendung wiederbeschreibbarer Bausteine, wie zum Beispiel EEPROM, können so verschiedene Grenzstände angewählt werden. Der Vorteil beim Einlernen des Modellsignals ist, dass nichtideale Messbedingungen praktisch kaum Einflüsse auf das Messergebnis haben.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird eine digitale Modulation des Radarsignals verwendet. In diesem Fall wird die Verzögerung des Modellsignals durch eine elektronisch einstellbare, digitale Verzögerungsleitung erreicht.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die zugehörige Vorrichtung wird nachfolgend im Zusammenhang mit zwei Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein beispielhaftes Blockschaltbild einer Vorrichtung zur Füllstandmessung mit komplexwertigem Korrelator, und

Fig. 2 den Korrelator von Fig. 1 in detaillierterer Ansicht.

Das in Fig. 1 gezeigte Blockschaltbild zeigt einen Oszillator 10, dessen Ausgangssignal einer Modellstrecke 21 und einer Messstrecke 22 zugeführt wird. In der Messstrecke 22 ist eine Sende- und Empfangseinrichtung 26 angeordnet, die in Richtung Füllgutoberfläche eines in einem Behälter 28 gefüllten Füllgutes Radarstrahlen aussendet und die von der Füllgutoberfläche reflektierten Radarstrahlen wieder empfängt. Das empfangene Radarsignal E wird einem Korrelator 20 zugeführt, der dieses empfangene Radarsignal E mit einem Modellsignal M vergleicht. Dieses Modellsignal M kann intern, wie in Fig. 1 gezeigt, durch Verzögerungsleitungen 25, die das Ausgangssignal des Oszillators 10 in vorbestimmter Weise verzögern, bereitgestellt werden. Die Verzögerungszeit des Verzögerungsgliedes 25 ist dabei so be-

messen, dass dieses dem empfangenen Radarsignal bei der zu überwachenden Füllguthöhe im Behälter 28 entspricht. Anstelle des Modellsignals M elektronisch intern zu erzeugen, ist es auch möglich, dieses durch eine oder mehrere Testmessungen am Behälter 28 bereitzustellen. Die Füllguthöhe muss bei diesen Testmessungen so hoch wie die später zu überwachende Füllguthöhe sein.

Der Ausgang des Korrelators 20, der erfindungsgemäß ein komplexwertiger Korrelator ist, ist mit einem Schwellwertdetektor 30 und einer nachgeschalteten Schalteinrichtung 40 in Verbindung.

Die Funktionsweise der in Fig. 1 dargestellten Schaltungsanordnung ist folgende. Der Oszillator 10 sendet ein Steuersignal, zum Beispiel ein rampenförmiges Steuersignal aus. Auch andere Modulationsarten des Oszillators 10 sind möglich. Das Radarsignal wird von der Sende- und Empfangseinrichtung 26 in Richtung Füllgut in Behälter 28 gesendet und erfährt dort eine Verzögerung. Zeitgleich wird das Radarsignal in der Modellstrecke 21 verzögert. Die Verzögerung der Modellstrecke 21 entspricht der Laufzeit des Radarsignals, wenn gerade der zu detektierende Grenzstand im Behälter 28 durch das Füllgut gegeben ist. Das empfangene Radarsignal E und das Modellsignal M werden im Korrelator 20 miteinander korreliert. Stimmen die Laufzeit der Modellstrecke 21 und der Messstrecke 22 überein, so erhält das Korrelationsergebnis am Ausgang des Korrelators 20 einen DC-Offset. Dieser Zustand wird mit dem Schwellwertdetektor 30 erkannt, der die Schalteinrichtung 40 betätigt.

Um das Korrelationsergebnis am Ausgang des Korrelators 20 von der Phase des empfangenen Radarsignals E unabhängig zur Verfügung gestellt zu bekommen, ist der Korrelator 20 als komplexwertiger Korrelator ausgebildet. Dies kann, wie in Fig. 2 gezeigt, mit einer Schaltungsanordnung realisiert werden, die eine Recheneinheit 23 aufweist, der Ausgangssignale von zwei Multiplizierern 24, 27 zugeführt werden. Dem ersten Multiplizierer 24 wird beispielsweise das empfangene Radarsignal E und das um +45° phasenverschobene Modellsignal M zugeführt. Dieses um +45° phasenverschobene Modellsignal ist mit dem Bezugszeichen MI bezeichnet und stellt das Inphase-Signal für den ersten Multiplizierer 24 dar. Der zweite Multiplizierer 27 erhält ebenfalls das empfangene Radarsignal E. Als Quadraturphasen-Signal MQ wird diesem zweiten Multiplizierer 27 das um -45° phasenverschobene Modellsignal M zugeführt. In der Recheneinheit 23 wird aus den Multiplikationsprodukten der beiden Multiplizierer 24, 27 zunächst jeweils das Betragsquadrat gebildet und die beiden Betragsquadrate addiert. Zusätzlich wird aus der Summe der beiden Betragsquadrate die Wurzel gebildet. Ergebnis ist ein Ausgangssignal der Recheneinheit 23, das von der Phase des empfangenen Radarsignals E unabhängig ist.

Das Ausgangssignal der Recheneinheit 23 wird vorzugsweise über einen Tiefpassfilter 50 dem Schwellwertdetektor 30 zugeführt. Der Ausgang des Schwellwertdetektors 30 ist, wie bereits erwähnt, an die Schalteinrichtung 40 geschaltet.

Wie in Fig. 2 ebenfalls dargestellt, ist es auch möglich, anstelle des Modellsignals M das empfangene Radarsignal E komplexwertig den Multiplizierern 24, 27 zuzuführen. In diesem Fall wird dem Multiplizierer 24 das um +45° phasenverschobene empfangene Radarsignal E zugeführt. Dieses um 45° phasenverschobene, empfangene Radarsignal ist mit dem Bezugszeichen EI bezeichnet. Der Multiplizierer 24 erhält als zweites Eingangssignal das reellwertige Modellsignal M. Der Multiplizierer 27 erhält ebenfalls als Eingangssignal das reellwertige Modellsignal M und als zweites Eingangssignal das um -45° phasenverschobene empfangene Radarsignal, das mit EQ bezeichnet ist. Das In-

phase-Signal EI wird in diesem Fall durch das  $+45^\circ$  phasenverschobene, empfangene Radarsignal E und das Quadraturphasen-Signal EQ durch das um  $-45^\circ$  phasenverschobene Radarsignal E gebildet. Wesentlich ist, dass das Inphase-Signal EI und das Quadraturphasen-Signal EQ zueinander um  $90^\circ$  phasenverschoben sind. Das gleiche gilt für das zuvor vorgestellte Ausführungsbeispiel mit dem Inphase-Signal MI und dem Quadraturphasensignal MQ.

#### Bezugszeichenliste

10 VCO	
20 Korrelator	
21 Modellstrecke	
22 Messstrecke	
23 Recheneinheit	15
24 Multiplizierer	
25 Verzögerungsglied	
26 Sende- und Empfangseinrichtung	
27 Multiplizierer	20
28 Behälter mit Füllgutoberfläche	
30 Schwellwertdetektor	
40 Schalteinrichtung	
50 Tiefpass	
E empfangenes Radarsignal	25
EI Inphase-Signal des empfangenen Radarsignals	
EQ Quadraturphase-Signal des empfangenen Radarsignals	
M Modellsignal	
MI Inphase-Signal des Modellsignals	
MQ Quadraturphase-Signal des Modellsignals	30

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Füllstandmessung, bei welchem Radarsignale auf eine Füllgutoberfläche gesendet und die von der Füllgutoberfläche reflektierten Radarsignale (E) empfangen werden, wobei die empfangenen Radarsignale (E) mit einem eine vorgegebene Füllstandhöhe repräsentierenden Modellsignal (M) korreliert werden und bei ausreichender Übereinstimmung zwischen Modellsignal (M) und empfangenem Radarsignal (E) ein die vorgegebene Füllstandhöhe repräsentierendes Schaltsignal generiert wird, wobei eine komplexwertige Korrelation zwischen dem Modellsignal (M) und dem empfangenen Radarsignal (E) durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zu dem empfangenen Radarsignal (E) ein Inphase-Signal (EI) und ein Quadraturphase-Signal (EQ) erzeugt wird, dass das Modellsignal (M) mit dem Inphase-Signal (EI) einerseits und andererseits mit dem Quadraturphase-Signal (EQ) multipliziert wird und dass die sich bei der Multiplikation ergebenden Signale einer Recheneinheit (23) zugeführt werden, in welcher die Wurzel aus den Betragsquadraten der durchgeführten Multiplikation gebildet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zu dem Modellsignal (M) ein Inphase-Signal (MI) und ein Quadraturphase-Signal (MQ) erzeugt wird, dass das empfangene Radarsignal (E) mit dem Inphase-Signal (MI) einerseits und andererseits mit dem Quadraturphase-Signal (MQ) multipliziert wird und dass die sich bei der Multiplikation ergebenden Signale einer Recheneinheit (23) zugeführt werden, in welcher die Wurzel aus den Betragsquadraten der durchgeführten Multiplikation gebildet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da-

durch gekennzeichnet, dass das korrelierte Ausgangssignal tiefpaßgefiltert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das korrelierte Signal einer Schwellwertdetektion zugeführt wird und in Abhängigkeit der durchgeführten Schwellwertdetektion das Schaltsignal in einer Schaltstufe (40) ausgelöst wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Modellsignal (M) durch eine Verzögerungsschaltung gebildet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Verzögerungsschaltung eine digitale Verzögerungskette ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Modellsignal (M) durch eine Testmessung erhalten wird, bei welcher die Füllgutoberfläche in einem Behälter (28) auf die vorgegebene Füllstandhöhe eingestellt ist und dieses Modellsignal (M) bei der Testmessung abgespeichert wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Modellsignal (M) gespeichert wird und bei jeder Füllstandmessung zeitgleich mit der Ausstrahlung der Radarsignale (E) auf die Füllgutoberfläche aus dem Speicher ausgelesen wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Taktrate des Auslesens des Modellsignals (M) aus dem Speicher variabel ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das auf die Füllgutoberfläche abzustrahlende Radarsignal (E) digital moduliert ist.

12. Vorrichtung zur Füllstandmessung mit einer auf eine Füllgutoberfläche Radarsignale (E) aussendenden Sendeeinrichtung und einer die an der Füllgutoberfläche reflektierten Radarsignale (E) empfangenden Empfangseinrichtung sowie mit einer Auswerteeinrichtung, die einen Korrelator (20) aufweist, in welchem die empfangenen Radarsignale (E) mit einem eine vorgegebene Füllstandhöhe repräsentierenden Modellsignal (M) korrelierbar sind, sowie mit einem dem Korrelator (20) nachgeschalteten Schwellwertdetektor (30) mit nachfolgender Schalteinrichtung (40), wobei als Korrelator (20) ein Korrelator zur komplexen Korrelation des Modellsignals (M) und empfangenen Radarsignals (E) vorgesehen ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Korrelator (20) einen ersten Multiplizierer (24) und einen zweiten Multiplizierer (27) sowie eine Recheneinheit (23) aufweist, dass dem ersten Multiplizierer (24) das empfangene Radarsignal (E) und ein aus dem Modellsignal (M) gebildetes Inphase-Signal (MI) zuführbar ist, dass dem zweiten Multiplizierer (27) das empfangene Radarsignal (E) und ein aus dem Modellsignal (M) gebildetes Quadraturphase-Signal (MQ) zuführbar ist und dass die Recheneinheit (23) aus den Ausgangssignalen der beiden Multiplizierer (24, 27) die Wurzel aus den Betragsquadraten der Ausgangssignale der Multiplizierer (24, 27) bildet.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Korrelator (20) einen ersten Multiplizierer (24) und einen zweiten Multiplizierer (27) sowie eine Recheneinheit (23) aufweist, dem ersten und zweiten Multiplizierer (24, 27) jeweils als Eingangssignal das Modellsignal (M) zugeführt wird, dass zusätzlich dem ersten Multiplizierer (24) ein aus dem empfangenen Radarsignal (E) gebildetes Inphase-Signal (EI) zuführbar ist, dass zusätzlich dem zweiten Multi-

plizierer (27) ein aus dem empfangenen Radarsignal (E) gebildetes Quadratursignal (EQ) zuführbar ist und dass die Recheneinheit (23) aus den Betragsquadraten der Ausgangssignale der beiden Multiplizierer (24, 27) die Wurzel bildet.

5

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass ausgangsseitig an den Korrelator (20) ein Schwellwertdetektor (30) und eine nachgeschaltete Schalteinrichtung (40) geschaltet ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 15, 10 dadurch gekennzeichnet, dass an den Ausgang des Korrelators (20) ein Tiefpaßfilter (50) geschaltet ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -



FIG 2

